

几种芽菜维生素 C 含量的比较研究

朱秀敏, 王彩君, 王建军

(邢台学院 生物化学系, 河北 邢台 054001)

摘要:采用碘量法对绿豆芽、黄豆芽、黑豆芽 3 种常见芽菜的维生素 C 含量进行了测定, 对 2、4、6 cm 不同芽苗长度时的维生素 C 含量进行了比较, 同时又比较了相同长度 3 种市售芽菜和试验用芽菜的维生素 C 含量。结果表明: 不同芽菜的维生素 C 含量随培养长度的变化而变化; 相同长度试验用芽菜较市售芽菜的维生素 C 含量高。

关键词:绿豆芽; 黄豆芽; 黑豆芽; 维生素 C 含量; 碘量法

中图分类号: S 649 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2012)03-0035-03

维生素 C 是可溶于水的无色结晶, 是一种分子结构最简单的维生素^[1], 具有抗坏血酸病的功能, 所以又叫做抗坏血酸, 是维持人体正常生理代谢不可缺少的物质^[2]。维生素 C 具有重要的生理功能, 在人体内参与氨基酸和神经传递、胶原蛋白的合成, 具有降低毛细血管的通透性、刺激凝血的功能和增加对感染的抵抗作用等^[3]。

豆类是营养价值较高的一种食品, 尤其蛋白质含量较高, 是优质的植物蛋白^[4]。豆类经过发芽, 其中的各种营养成分均发生一定的变化, 在发芽过程中还会产生大量的维生素 C^[5]。近年来, 随着人们生活水平和食品安全意识的逐步提高, 豆芽菜以其较高的营养价值、独特的风味、优良的保健作用以及绿色无污染等一系列特点深受人们的青睐。然而, 哪种豆芽维生素 C 含量相对较高, 其培养到何种生长状态时维生素 C 的含量最高, 一直是人们所关心的问题。

维生素 C 的测定方法有很多种, 主要有 2,6-二氯酚靛酚钠滴定法^[6]、荧光光度法、2,4-二硝基苯肼分光光度法^[7]、钼蓝比色法^[8]、碘量法^[9]、褪色光度法^[10]及 Folin B 近红外分光光度法^[6]等。该试验采用碘量法测定所选材料的维生素 C 含量, 因该法无须特殊仪器, 操作简单、快速、准确, 可操作性强, 所使用的试剂容易获取。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为优质绿豆、黄豆、黑豆各 200 g 用清水浸泡后所催的芽; 从市场上购买的新鲜市售 3 种豆芽, 芽长标准约 6 cm, 与试验所催的豆芽长度相对应。试验仪器: TN-100B 托盘扭力天平, FA2004 上皿电子天平, 研钵, 三角瓶(100 mL), 容量瓶(100、200、500 mL), 烧杯

(100、400、600 mL), 量筒(10、50 mL), 微量滴定管(5 mL), 移液管(1、10 mL), 抽滤装置, 棕色瓶(500 mL), 广口瓶(1 000 mL), 滴管, 滤纸, 铁架台, 玻璃棒, 钥匙, 洗耳球。试验药品: 抗坏血酸(分析纯), 可溶性淀粉(分析纯), 草酸(分析纯), 活性炭, 碘化钾(分析纯), 碘(分析纯)。

1.2 试验方法

1.2.1 试验用豆芽的培养 将 3 种优质豆各 200 g 用清水浸泡, 当豆种膨胀鼓起时用清水冲洗干净后加盖湿润纱布, 然后放在 23℃ 培养箱中进行培养, 期间每天晚上用清水冲洗 1 遍, 防止豆种腐烂, 待芽体长至 6 cm 时备用。

1.2.2 溶液的配制 草酸溶液的配制: 称取 5 g 草酸, 倒入烧杯中, 向烧杯中加入蒸馏水 40 mL, 微热, 使草酸完全溶解, 将溶液转移至 500 mL 容量瓶中, 用蒸馏水定容至刻度, 配制成 1% 的草酸溶液保存备用。碘溶液的配制: 称取 0.6 g 碘、1.4 g 碘化钾, 倒入 100 mL 小烧杯中, 加入 50 mL 蒸馏水, 用玻璃棒搅拌至碘完全溶解, 将溶解好的溶液转移至 200 mL 容量瓶中, 用蒸馏水定容至刻度, 将配好的碘溶液移至 500 mL 棕色瓶中, 避光保存。淀粉溶液的配制: 称取 1.0 g 可溶性淀粉, 倒入 100 mL 小烧杯中, 向小烧杯中加入 10 mL 蒸馏水, 调匀。再向烧杯中加入 50 mL 蒸馏水煮沸, 边煮边用玻璃棒搅拌, 直至溶液呈现透明状。冷却后转移至 100 mL 容量瓶中, 用蒸馏水定容至刻度线, 配制成 1% 的淀粉溶液保存备用。抗坏血酸标准溶液的配制: 称取 0.2 g 抗坏血酸样品, 倒入 200 mL 容量瓶中, 向其中加入 1% 草酸溶液 20 mL, 震荡, 使抗坏血酸样品完全溶解, 用 1% 草酸溶液定容至 200 mL 刻度线, 保存备用。此时溶液的浓度为 1.0 mg/mL, 即 0.00568 mol/L。

1.2.3 碘溶液的标定 用量筒量取 50 mL 抗坏血酸标准溶液, 倒入 100 mL 容量瓶中, 用蒸馏水定容至刻度, 摇匀。用移液管移取 10 mL 此种定容后的溶液, 置于锥形瓶中, 分别量取 1% 草酸溶液 20 mL、1% 淀粉溶液

第一作者简介: 朱秀敏(1966-), 女, 硕士, 副教授, 现主要从事植物营养均衡及营养富集等研究工作。

收稿日期: 2011-11-28

1.0 mL加入锥形瓶中。用配好的标准碘溶液滴定上述混合溶液,边滴边震荡,至溶液呈现红棕色时,减速慢滴,直至溶液呈现微蓝色,30 s内不褪色,此时即为滴定终点。记录此时消耗的碘溶液体积 V_1 。重复上述过程4次,记录体积,取其平均值,即为滴定值。做空白试验。分别量取10 mL水、1%草酸溶液20 mL、1%淀粉溶液1.0 mL加入锥形瓶中,混匀,用标准碘溶液滴定,记录此时消耗的碘溶液体积为 V_2 。重复上述操作4次,记录体积,取其平均值,作记录,即为空白值。由此得出,标定抗坏血酸溶液所消耗的碘溶液体积为 V_3 ,等于滴定值减去空白值,即 $V_3 = V_1 - V_2$ 。记录数据见表1。计算标准碘溶液的浓度 C_1 。根据 $C_1 \times V_1 = C_{\text{维生素C}} \times V_{\text{维生素C}}$ (V_1 即标定抗坏血酸溶液所消耗的碘溶液的体积 V_3 , $C_{\text{维生素C}}$ 为标准抗坏血酸溶液浓度, $V_{\text{维生素C}}$ 为标准抗坏血酸溶液的体积)得标准碘溶液的浓度 $C_1 = C_{\text{维生素C}} \times V_{\text{维生素C}} / V_1 = C_{\text{维生素C}} \times V_{\text{维生素C}} / V_3$ 。将上述所测数据代入 $C_1 = C_{\text{维生素C}} \times V_{\text{维生素C}} / V_3$,得标准碘溶液的浓度为 $C_1 = 0.00568 \times 5 / 2.46 = 0.0115447$ (mol/L)。

表1 碘溶液的标定

I ₂ 体积/mL	1	2	3	4	平均值
V_1	2.50	2.50	2.51	2.49	2.50
V_2	0.04	0.03	0.05	0.05	0.04
V_3	2.46	2.47	2.46	2.44	2.46

1.2.4 绘制标准曲线 分别量取标准抗坏血酸溶液5、10、20、30、40、50、60、70、80、90、100 mL,加入100 mL容量瓶中,用蒸馏水定容至100 mL。再分别量取10 mL此种稀释液置于锥形瓶中,移取1%草酸溶液20 mL、1%淀粉溶液1.0 mL加入上述装有各个稀释溶液的锥形瓶中,混匀,用已经标定的碘溶液滴定,记录滴定时所消耗的碘溶液的体积,每组滴定3次,取其平均值,求得扣除空白值后的体积(表2)。根据维生素C标准溶液浓度与所消耗的碘溶液的体积做标准曲线(图1)。根据所作标准曲线的线性回归方程 $y = 0.4553x + 0.0997$, $R^2 = 0.9967$ ($n = 11$)可知,用碘量法测定芽菜维生素C含量在5~100 mg的范围内呈良好的线性关系,符合线性回归方程。

表2 VC标准溶液的浓度与所消耗碘溶液的体积关系

标准 VC 溶液 的体积/mL	稀释后 VC 溶液 的体积/mL	稀释后 VC 溶液的浓度 / $\times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	消耗的碘溶液 的体积 /mL	减去空白值后 碘液的体积 /mL
5	100	0.58	0.28	0.24
10	100	1.15	0.57	0.53
20	100	2.31	1.19	1.15
30	100	3.46	1.93	1.89
40	100	4.62	2.25	2.21
50	100	5.77	2.91	2.87
60	100	6.93	3.26	3.22
70	100	8.08	3.80	3.76
80	100	9.24	4.34	4.30
90	100	10.39	4.85	4.81
100	100	11.54	5.33	5.29

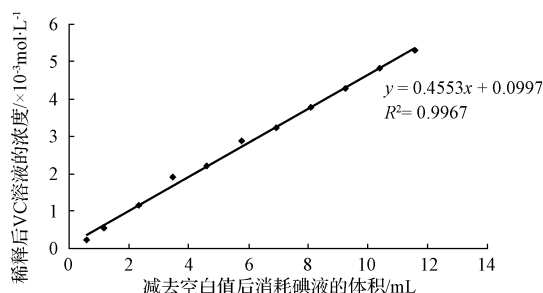


图1 维生素C标准溶液与所消耗碘液体积的关系

1.2.5 提取样品液 待豆芽长至2 cm长度时,将刚培养出的芽菜样品用清水反复冲洗2~3次,用滤纸把水吸干,称取芽菜可食用部分10 g,用研钵研磨成糊状,研磨的过程中,将10 mL 1%草酸溶液逐渐加入,目的是有利于充分研磨以提取维生素C。将研磨好的芽菜糊转入抽滤装置中进行抽滤,转入的过程中用1%草酸溶液20 mL将研钵冲洗干净,以减少维生素C的损失。在抽滤的期间用玻璃棒不断轻轻搅拌,切忌不要把滤纸弄破。将抽滤所得的汁液转入事先准备好的100 mL锥形瓶中,此时再次使用1%草酸溶液20 mL冲洗抽滤瓶,减少维生素C的损失。每种样品重复上述过程3次,每种样品得3份滤液。待豆芽长至4、6 cm时分别重复上述操作。豆芽生长至6 cm时,购买与试验豆种对应的新鲜市售豆芽菜,重复上述操作。

1.2.6 芽菜中维生素C含量的测定 取上述所得滤液1份,用1.0 mL微量移液管移取1.0 mL配好的1%淀粉溶液加入滤液中,用已经标定的碘溶液进行滴定,记录所消耗的碘液体积,扣除空白值。每份样品液重复上述操作,最后取每组芽菜滤液所消耗碘液体积的平均值 V 。

2 结果与分析

2.1 各种芽菜不同长度时维生素C含量的比较

根据下列公式计算维生素C的含量: $R = 10C_1 \times M_{\text{维生素C}} \times V$ 。R:100 g样品中维生素C的含量; C_1 :标准碘液浓度; $M_{\text{维生素C}}$:维生素C的相对分子质量(176.13); V:消耗碘液的平均体积(表3)。由表3可看出,在不同芽长时,绿豆芽、黄豆芽、黑豆芽中维生素C的含量显现出明显的不同。同时,相同长度时3种豆芽菜中维生素C的含量也有很明显的差异。参考试验所得数据可知,随豆芽菜芽长度的不断增加,维生素C的含量不断增加,当3种豆芽菜在4 cm左右(3~5 cm)长度时,维生素C的含量最高,绿豆芽达到21.55 mg/100g,黄豆芽达到17.69 mg/100g,黑豆芽达到20.74 mg/100g。随后,随芽长的逐渐增长,维生素C的含量逐渐降低。相比较而言,绿豆芽中维生素C的含量比黄豆芽和黑豆芽中的高,黑豆芽中的维生素C含量比黄豆芽的高。

表3 滴定3种豆芽样品溶液所消耗的碘液体积及所测维生素C含量

豆芽样品	芽长 /cm	消耗碘液的平均 体积/mL	减去空白值后的 体积/mL	维生素C的平均含量 /mg·(100g) ⁻¹
绿豆芽	2	0.75	0.69	14.03
	4	1.10	1.06	21.55
	6	0.70	0.66	13.42
黄豆芽	2	0.56	0.52	10.57
	4	0.91	0.87	17.69
	6	0.58	0.54	10.98
黑豆芽	2	0.61	0.57	11.59
	4	1.06	1.02	20.74
	6	0.62	0.58	11.79

2.2 试验用豆芽与市售豆芽维生素C含量的比较

市售6cm豆芽用标准碘液滴定测得的维生素C含量见表4;对6cm试验用豆芽与市售豆芽维生素C含量进行比较,得表5。由表5可以看出,试验用绿豆芽、黄豆芽、黑豆芽中维生素C的含量比市售豆芽菜中的维生素C含量普遍要高,究其原因,可能是试验用豆芽,由于培养数量少、管理容易、操作量小,所以培养起来简便易行,对泡豆时间的操控相对严格,对温度、湿度等条件的控制更加精确化;另外,对试验用豆芽培养出来之后立即进行试验操作,更加减少了豆芽中维生素C的损失。相反,对于市售豆芽,由于培养数量庞大、操作量大、管理起来就比较粗糙,对温度、湿度等条件的控制不够准确,有时候为了增加产量、提高收益,甚至添加一些试剂,以加快豆种的出芽,从而使得豆芽中的维生素C含量相对减少很多。另外,市场上相对比较新鲜的豆芽也是经过了一系列不严格的操作之后才上市的,还有的豆芽由于销量不好,所以在市场上滞留的时间也相对较长,这样,就大大减少了维生素C的含量。

表4 滴定6cm市售豆芽样品溶液所消耗的碘液体积及所测维生素C含量

样品	消耗碘液的平均体积 /mL	减去空白值后的体积 /mL	维生素C的平均含量 /mg·(100g) ⁻¹
绿豆芽	0.56	0.52	10.57
黄豆芽	0.53	0.49	9.96
黑豆芽	0.54	0.50	10.17

表5 6cm试验用豆芽与市售豆芽维生素C含量比较

维生素C含量/mg·(100g) ⁻¹	绿豆芽	黄豆芽	黑豆芽
6cm市售豆芽	10.57	9.96	10.17
6cm试验用豆芽	13.42	10.98	11.79

3 结论

豆类种子吸收水分,在适宜条件下萌发,其内部参与维生素C合成代谢的酶类随之活化,活性逐渐增强,进而豆芽中维生素C的含量不断增加^[11]。豆芽菜中维生素C随芽长度的增加而呈现下降的趋势,可能是因为细胞在生长过程中水分增多过快,细胞内的维生素C含量相对下降。

所测的豆芽菜中均富含维生素C,但含量却不稳定,芽菜的维生素C含量主要与所选芽菜的种类和培养的长度有关。绿豆芽、黄豆芽、黑豆芽3种芽菜在4cm左右(约3~5cm)时的维生素C含量最高,其中绿豆芽中的维生素C含量又比另外2种豆芽含量高,所以,单从维生素C含量的角度而论,绿豆芽的营养价值,尤其是4cm左右长度时最高。另外,试验用豆芽菜比市售豆芽菜的价值更高。

参考文献

- [1] 孙义. 水果和蔬菜中维生素C含量的测定方法综述[J]. 天津化工, 2008(3):98.
- [2] 王喜生. 人体营养状况的评价方法[M]. 天津:天津科学技术出版社, 1987:323-326.
- [3] 南京药学院. 药理学[M]. 北京:人民卫生出版社,1980.
- [4] Gupta Y P. Trophic value of soybean[J]. Int. J. of Trop. Agr., 1988, 5(3):247.
- [5] (日)中山包. 发芽生理学[M]. 马云彬,译. 北京:中国农业出版社,1988.
- [6] 王美荣. 直接碘量法定量测定维生素C[D]. 内蒙古:包头师范学院,2000.
- [7] 张颖. 不同产地枸杞子中维生素C含量测定[J]. 中国医院药学杂志, 2004, 24(8):500-501.
- [8] 马占玲. 青椒中还原型维生素C含量的测定[J]. 渤海大学学报(自然科学版), 2006, 27(2):111-113.
- [9] 武汉大学化学与分子科学学院实验中心. 分析化学实验[M]. 武汉:武汉大学出版社,2003:131-132.
- [10] 孙德坤. 褪色光度法测定果蔬中VC的含量[J]. 食品工业科技, 2003, 24(5):93-95.

Comparison Study on Vitamin C Content of Several Bean Sprouts

ZHU Xiu-min, WANG Cai-jun, WANG Jian-jun
(Xingtai University, Xingtai, Hebei 054001)

Abstract: The bean sprouts vitamin C content of mungbean, soybean and black bean were tested by iodine volume method and the vitamin C content of 2, 4, 6 cm bud seeding length also were compared in this paper. The results showed that the vitamin C content of different buds dishes varies with cultivate length. Besides, the vitamin C content of experiment buds food was higher than the one of scenedesmus buds food. It's of great significance that study the development and utilization of beans sprouts food.

Key words: mungbean sprouts; soybean sprouts; black bean sprouts; vitamin C content; iodometry